

## Industrial robot control system with processing stations

**Patent number:** DE19753813  
**Publication date:** 1998-10-01  
**Inventor:** -  
**Applicant:** MOTOMAN ROBOTECH GMBH  
(DE)  
**Classification:**  
- **international:** G05B19/418; B25J9/16  
- **european:** G05B19/418C2  
**Application number:** DE19971053813 19971204  
**Priority number(s):** DE19971053813 19971204;  
DE19972005138U 19970320

### Abstract of **DE19753813**

The control system includes at least one, preferably two, industrial robots (R1, R2) and at least two processing stations (S3, S3') with a first operating program for the control of the first robot (R1) and the first processing station, a second operating program for the control of an, if necessary, second robot and the second processing station, and a third operating program for the control of the first and second operating programs. The rotation axis of the motor of the first processing station and the rotation axis of the motor of the second processing station are preferably in alignment with each other, and the rotations of these motors are preferably coupled in such way with each other, that a rotation of a motor corresponds to an equally large rotation of the other motor in an opposite direction.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 53 813 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 05 B 19/418**  
B 25 J 9/16

21 Aktenzeichen: 197 53 813.4  
22 Anmeldetag: 4. 12. 97  
43 Offenlegungstag: 1. 10. 98

DE 197 53 813 A 1

65 Innere Priorität:  
297 05 138. 5 20. 03. 97

71 Anmelder:  
MOTOMAN robotec GmbH, 85391 Allershausen,  
DE

74 Vertreter:  
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

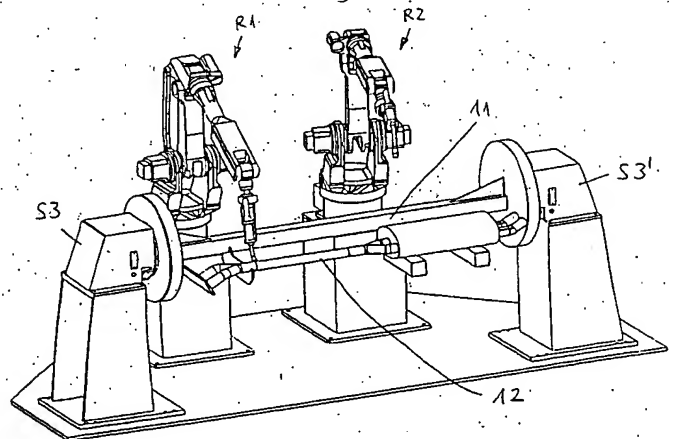
72 Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Steuergerät

57 Ein Steuergerät dient zum Steuern eines Systems aus mindestens einem Industrieroboter (R1, R2) und mindestens zwei Bearbeitungsstationen (S3, S3'). Um ein derartiges Steuergerät zu verbessern, ist ein erstes Bearbeitungsprogramm vorhanden zum Steuern des ersten Industrieroboters (R1) und der ersten Bearbeitungsstation, ein zweites Bearbeitungsprogramm zum Steuern eines gegebenenfalls vorhandenen zweiten Industrieroboters und der zweiten Bearbeitungsstation und ein drittes Bearbeitungsprogramm zum Steuern des ersten und zweiten Bearbeitungsprogramms (Fig. 1a).



772-985

DE 197 53 813 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuergerät zum Steuern eines Systems aus mindestens einem Industrieroboter und mindestens zwei Bearbeitungsstationen.

Aus der europäischen Patentanmeldung 95 913 318.2 ist ein Steuergerät zum Steuern eines Systems aus zwei Industrierobotern und einer Bearbeitungsstation bekannt. In dem Steuergerät kann ein erstes Bearbeitungsprogramm zum Steuern des ersten Industrieroboters und ein zweites Bearbeitungsprogramm zum Steuern des zweiten Industrieroboters abgelegt werden. Ferner kann ein drittes Programm zum Steuern des ersten und zweiten Bearbeitungsprogramms gespeichert werden. Auf den Inhalt der genannten europäischen Patentanmeldung 95 913 318.2 wird Bezug genommen.

Aufgabe der Erfindung ist es, das vorbekannte Steuergerät zu verbessern.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Das Steuergerät dient zum Steuern eines Systems aus mindestens einem Industrieroboter und mindestens zwei Bearbeitungsstationen. Es weist ein erstes Bearbeitungsprogramm zum Steuern des ersten Industrieroboters und der ersten Bearbeitungsstation auf sowie ein zweites Bearbeitungsprogramm zum Steuern der zweiten Bearbeitungsstation sowie ein drittes Bearbeitungsprogramm zum Steuern des ersten und zweiten Bearbeitungsprogramms. Falls ein zweiter Industrieroboter vorhanden ist, kann das zweite Bearbeitungsprogramm zum Steuern dieses zweiten Industrieroboters dienen. Durch die Erfindung wird die Flexibilität des Steuergerätes erhöht. Dadurch, daß das Steuergerät mindestens zwei Bearbeitungsstationen steuert, kann das System effektiver und flexibler genutzt werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Vorzugsweise umfaßt das System zwei Industrieroboter.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse des Motors der ersten Bearbeitungsstation und die Drehachse des Motors der zweiten Bearbeitungsstation miteinander fluchten und daß die Drehungen dieser Motoren derart miteinander gekoppelt sind, daß einer Drehung des einen Motors eine gleichgroße Drehung im entgegengesetzten Drehsinn des anderen Motors entspricht. Die Motoren sind auf diese Weise wie eine "elektrische Welle" miteinander gekoppelt. Ihre Bewegungen unterscheiden sich nicht von denjenigen, die entstehen würden, wenn sie mechanisch gekoppelt wären. Dieser Effekt wird allerdings durch das Steuergerät erreicht, wodurch die Flexibilität des Systems erheblich gesteigert werden kann.

Vorzugsweise sind die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation durch eine durchgehende Vorrichtung miteinander verbunden. Es ist aber auch möglich, die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation durch eine geteilte Vorrichtung miteinander zu verbinden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation durch eine geteilte Vorrichtung mit einer Mittelstation miteinander zu verbinden. Schließlich können die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation aber auch voneinander unabhängig sein. Es ist möglich, das System derart auszugestalten, daß wahlweise jede der vorgenannten Möglichkeiten realisiert werden kann.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1a ein System mit zwei Industrierobotern und zwei Bearbeitungsstationen, die durch eine durchgehende Vor-

richtung miteinander verbunden sind, in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 1b eine schematische Darstellung des Systems gemäß Fig. 1a,

Fig. 1c ein zugehöriges Programmschema,

Fig. 2a ein System mit zwei Industrierobotern und zwei Bearbeitungsstationen, die durch eine geteilte Vorrichtung miteinander verbunden sind, in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 2b eine schematische Darstellung des Systems gemäß Fig. 2a,

Fig. 2c das zugehörige Programmschema,

Fig. 3a ein System mit zwei Industrierobotern und zwei Bearbeitungsstationen, die durch eine geteilte Vorrichtung mit einer Mittelstation miteinander verbunden sind, in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 3b eine schematische Darstellung des Systems gemäß Fig. 3a,

Fig. 3c das zugehörige Programmschema,

Fig. 4a ein System mit zwei Industrierobotern und zwei Bearbeitungsstationen, die voneinander unabhängig sind, in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 4b eine schematische Darstellung des Systems gemäß Fig. 4a,

Fig. 4c das zugehörige Programmschema und

Fig. 5 ein System mit zwei Industrierobotern und zwei Bearbeitungsstationen in einer perspektivischen Darstellung.

Die in den Fig. 1a bis 1c gezeigte erste Ausführungsform besteht aus einem ersten Industrieroboter R1 und einem zweiten Industrieroboter R2 sowie einer ersten Bearbeitungsstation S3 und einer zweiten Bearbeitungsstation S3', die durch eine durchgehende Vorrichtung 11 miteinander verbunden sind. Das Werkstück 12, im Ausführungsbeispiel eine Auspuffanlage eines Autos, wird auf die Bearbeitungsstationen aufgespannt. Es wird von den Industrierobotern, die als Schweißroboter ausgebildet sind, bearbeitet.

Aus Fig. 1c ist der Programmablauf ersichtlich. Das dritte Bearbeitungsprogramm 13 ("Master Job") steuert das erste Bearbeitungsprogramm 14 ("SUB 1") und das zweite Bearbeitungsprogramm 15 ("SUB 2"). Zunächst erfolgt der Parallel-Start des ersten Bearbeitungsprogramms ("PSTART SUB 1 SYNC"), anschließend der Parallel-Start des zweiten Bearbeitungsprogramms ("PSTART SUB 2"). Diese Bearbeitungsprogramme werden dann ausgeführt. Das erste Bearbeitungsprogramm muß sich mit dem zweiten Bearbeitungsprogramm synchronisieren (dies wird durch den Zusatz "SYNC" zum Ausdruck gebracht). Das erste Bearbeitungsprogramm ist das sogenannte Master-Programm, das zweite Bearbeitungsprogramm ist das sogenannte Slave-Programm.

Die Drehachsen der Motoren der Bearbeitungsstationen S3 und S3' fluchten miteinander. Die Drehungen dieser Motoren sind derart miteinander gekoppelt, daß einer Drehung des einen Motors eine gleich große Drehung im entgegengesetzten Drehsinn des anderen Motors entspricht.

Die Fig. 2 bis 5 zeigen abgewandelte Ausführungsformen, bei denen entsprechende Teile mit entsprechenden Bezugszeichen versehen worden sind, so daß sie nicht mehr im einzelnen beschrieben werden müssen. Bei der in den Fig. 2a bis 2c gezeigten Ausführungsform sind die Bearbeitungsstationen S3 und S3' durch eine geteilte Vorrichtung miteinander verbunden. Im übrigen entsprechen Aufbau und Wirkungsweise dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1a bis 1c. In der Variante gemäß den Fig. 3a bis 3c sind die Bearbeitungsstationen S1-3 und S2-3 durch eine geteilte Vorrichtung mit einer Mittelstation 16 miteinander verbunden. Der aus Fig. 3c ersichtliche Arbeitsablauf beginnt mit dem Start

des ersten Bearbeitungsprogramms am Start des zweiten Bearbeitungsprogramms. Diese beiden Bearbeitungsprogramme können ohne Synchronisierung durchgeführt werden. Anschließend wird die Mittelstation 16 angedockt ("Call JOB Mittel auf"). Danach werden das erste und zweite Bearbeitungsprogramm für die zweite Bearbeitungsphase gestartet. In dieser zweiten Phase muß sich das erste Bearbeitungsprogramm 17 mit dem zweiten Bearbeitungsprogramm 18 synchronisieren. Ferner sind in dieser zweiten Bearbeitungsphase die Drehungen der miteinander fluchtenden Motoren der Bearbeitungsstationen S1-3 und S2-3 im Sinne einer "elektrischen Welle" miteinander gekoppelt, also derart, daß einer Drehung des einen Motors eine gleichgroße Drehung im entgegengesetzten Drehsinn des anderen Motors entspricht.

Bei der in den Fig. 4a bis 4c gezeigten Variante sind die Bearbeitungsstationen S1 und S2 voneinander unabhängig. Sie können allerdings in der vorstehend beschriebenen Weise im Sinne einer "elektrischen Welle" miteinander gekoppelt sein.

Die Fig. 5 zeigt ein System mit zwei Industrierobotern R1 und R2 sowie mit zwei Bearbeitungsstationen S1 und S2 in einer perspektivischen Ansicht.

Das in den Zeichnungen dargestellte System kann anstelle der zwei Bearbeitungsstationen bis zu sechs Bearbeitungsstationen umfassen. Mit dem Steuergerät können bis zu 21 Achsen gesteuert werden. Hierbei kann eine Bearbeitungsstation aus einer Achse (Drehachse) oder aber aus mehreren Achsen (Dreh-Kippachse) bestehen. Ein Industrieroboter hat im allgemeinen vier bis sechs Achsen. Er kann allerdings auch auf einer X-Y-Z-Fahrbahn montiert werden. Diese Achsen werden dann hinzugerechnet (Base-Achsen). So hat z. B. ein Industrieroboter mit sechs Achsen, der auf einer X-Y-Z-Fahrbahn montiert ist, insgesamt neun Achsen.

Vom dem Steuergerät können gleichzeitig drei Programme (Jobs) bearbeitet werden wobei zwei dieser Programme (das erste und das zweite Bearbeitungsprogramm) Bewegungs-Jobs sein können, also Programme, von denen Roboter oder Bearbeitungsstationen oder eine Kombination (Gruppe) davon angesteuert werden. Der dritte Job (das dritte Bearbeitungsprogramm) muß ein Instruktions-Job sein, der nur Instruktionen enthalten kann.

Folgende Variationen von Bewegungs-Jobs sind möglich:

R1 (= Roboter 1)  
R2  
S1 (= Station 1)  
S2  
  
S6  
R1 + R2 = eine Gruppe  
R2 + R1  
R1 + S1  
  
R1 + S6  
R2 + S1  
  
R2 + S6

Bevor ein neuer Job programmiert werden kann muß ausgewählt werden, mit welchen Robotern, Stationen oder Gruppen er arbeiten soll. Alle Gruppen können synchron arbeiten. Unter "Synchron" ist dabei zu verstehen, daß die Steuerung den TCP (Tool Center Point) auch dann interpolieren kann, wenn sich der Roboter mit allen Achsen und die Station bewegen. Dadurch ist die Programmierung von komplizierten Konturen sehr einfach (mit wenigen Punkten)

und damit eine optimale Steuerung möglich.

Nach der Funktion "elektrische Welle" sind der Motor einer ersten Station und der Motor einer zweiten Station elektrisch gekoppelt, wie wenn sie durch eine Welle miteinander verbunden wären. Sobald sich der erste Motor im Uhrzeigersinn bewegt, bewegt sich der zweite Motor völlig synchron gegen den Uhrzeigersinn.

Die in den Fig. 1a bis 1c gezeigte Ausführungsform, bei der die Bearbeitungsstationen durch eine durchgehende Vorrichtung miteinander verbunden sind, hat den Vorteil, daß sich die Vorrichtung auch bei großen Spitzenweiten nicht verdrehen kann. Die Vorrichtung muß nicht so stabil gebaut werden. Durch die Verwendung von zwei Robotern kann die Taktzeit reduziert werden.

Die in den Fig. 2a bis 2c gezeigte Ausführungsform, bei der die Bearbeitungsstationen durch eine geteilte Vorrichtung miteinander verbunden sind, ermöglicht es, Teile wie beispielsweise Rohre, bei denen um 360° geschweißt werden muß, mit der gleichen Brennerstellung zu schweißen, was bei der Vorrichtung gemäß Fig. 1a bis 1c aufgrund der durchgehenden Vorrichtung 11 nicht möglich ist. Ferner ist die Vorrichtung nach den Fig. 2a bis 2c einfach aufgebaut. Es ist möglich, sie im Baukastensystem aufzubauen. Beispielsweise kann die erste Bearbeitungsstation S3 stets gleich aufgebaut sein, und die zweite Bearbeitungsstation S3' mit verschiedenen Varianten eingesetzt werden.

Die Vorteile der in den Fig. 3a bis 3c gezeigten Ausführungsform, bei der die Bearbeitungsstationen durch eine geteilte Vorrichtung mit einer Mittelstation verbunden sind, sind folgende: Der erste Roboter R1 kann das Werkstück in der ersten Bearbeitungsstation S1-3 optimal bearbeiten. Der zweite Roboter R2 kann das Werkstück in der zweiten Bearbeitungsstation S2-3 optimal bearbeiten. Anschließend wird das Mittelteil angedockt; es kann dann mit beiden Robotern synchron eingeschweißt werden. Mit dieser Ausführungsform ist stets eine optimale Bearbeitung möglich. Die Vorrichtung ist ferner einfach aufgebaut.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4a bis 4c kann – wenn nötig – mit zwei voneinander unabhängigen Roboter-Stationen gearbeitet werden. Bei kleinen Stückzahlen kann mit unterschiedlichen Bearbeitungsstationen gefahren werden, bei großen Stückzahlen kann mit zwei gleichen Bearbeitungsstationen gefahren werden.

Es ist ferner möglich (in den Zeichnungen nicht dargestellt), lediglich einen einzigen Industrieroboter zu verwenden.

Das Steuergerät kann auf einfache Weise an die verschiedenen in den Figuren dargestellten Ausführungsformen angepaßt werden, indem die Programmeinstellungen entsprechend geändert werden.

#### Patentansprüche

1. Steuergerät zum Steuern eines Systems aus mindestens einem Industrieroboter (R1, R2) und mindestens zwei Bearbeitungsstationen (S3, S3', S1-3, S2-3, S1, S2)

mit einem ersten Bearbeitungsprogramm (14) zum Steuern des ersten Industrieroboters (R1) und der ersten Bearbeitungsstation, einem zweiten Bearbeitungsprogramm (15) zum Steuern eines gegebenenfalls vorhandenen zweiten Industrieroboters und der zweiten Bearbeitungsstation und einem dritten Bearbeitungsprogramm (13) zum Steuern des ersten und zweiten Bearbeitungsprogramms.

2. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das System zwei Industrieroboter (R1, R2)

umfaßt.

3. Steuergerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse des Motors der ersten Bearbeitungsstation und der Drehachse des Motors der zweiten Bearbeitungsstation miteinander fluchten und daß die Drehungen dieser Motoren derart miteinander gekoppelt sind, daß einer Drehung des einen Motors eine gleich große Drehung im entgegengesetzten Drehsinn des anderen Motors entspricht.

4. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation durch eine durchgehende Vorrichtung (11) miteinander verbunden sind.

5. Steuergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation durch eine geteilte Vorrichtung miteinander verbunden sind.

6. Steuergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation durch eine geteilte Vorrichtung mit einer Mittelstation (16) miteinander verbunden sind.

7. Steuergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Bearbeitungsstation und die zweite Bearbeitungsstation voneinander unabhängig sind.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

Fig. 1a

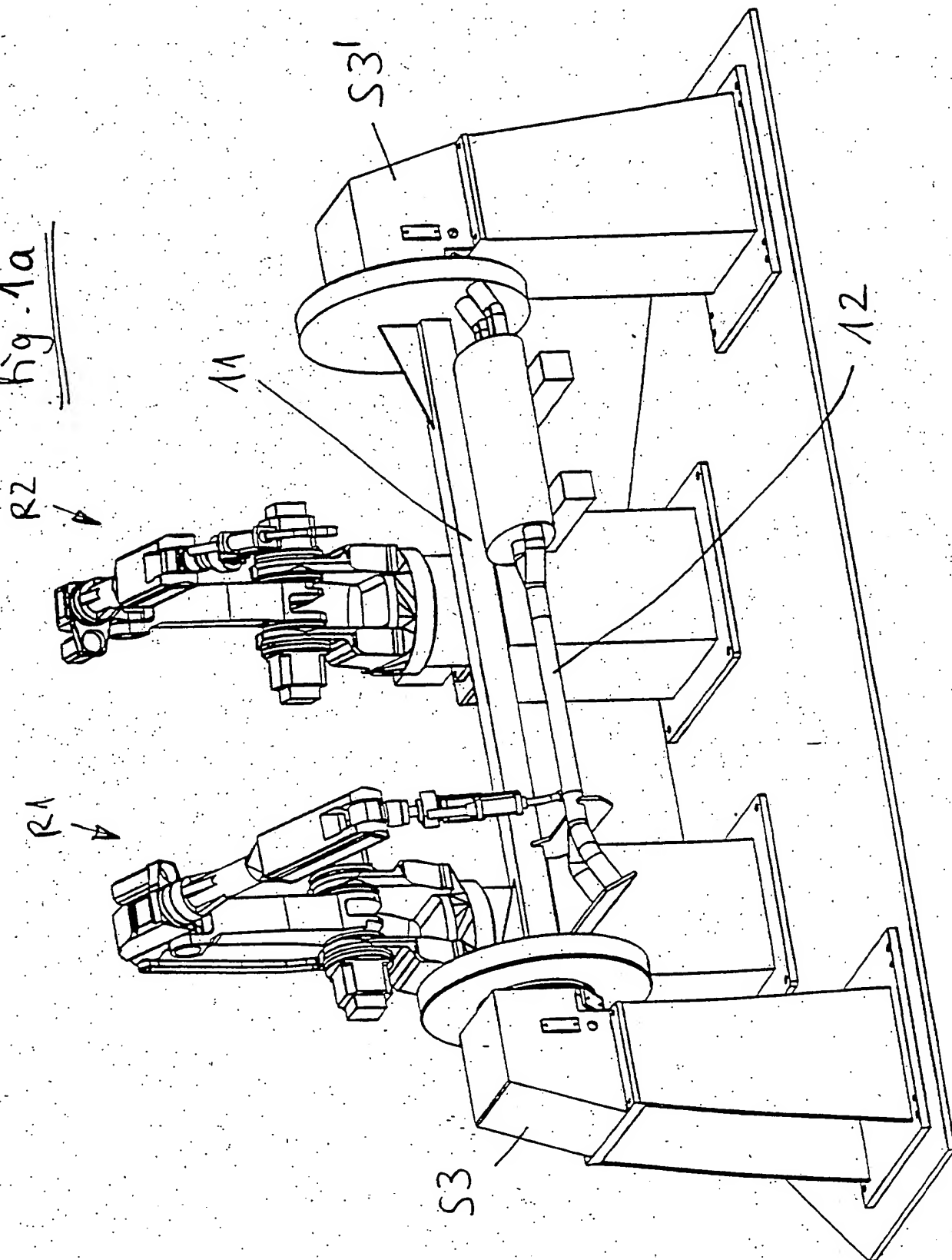


Fig. 1c

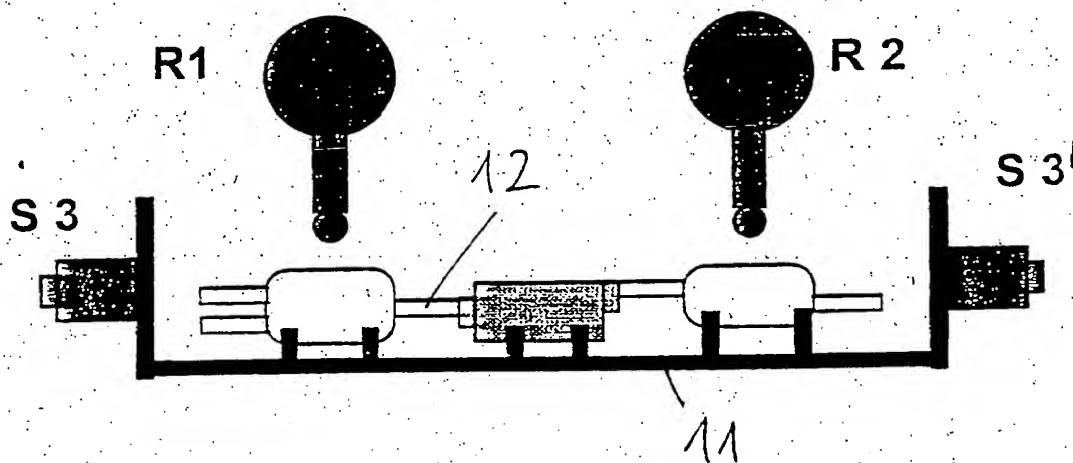
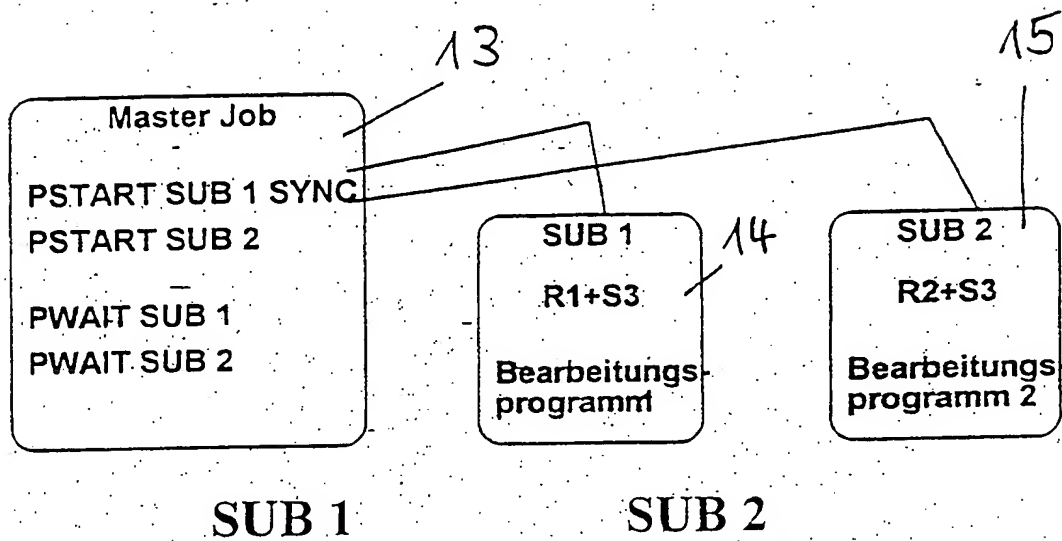


Fig. 1b



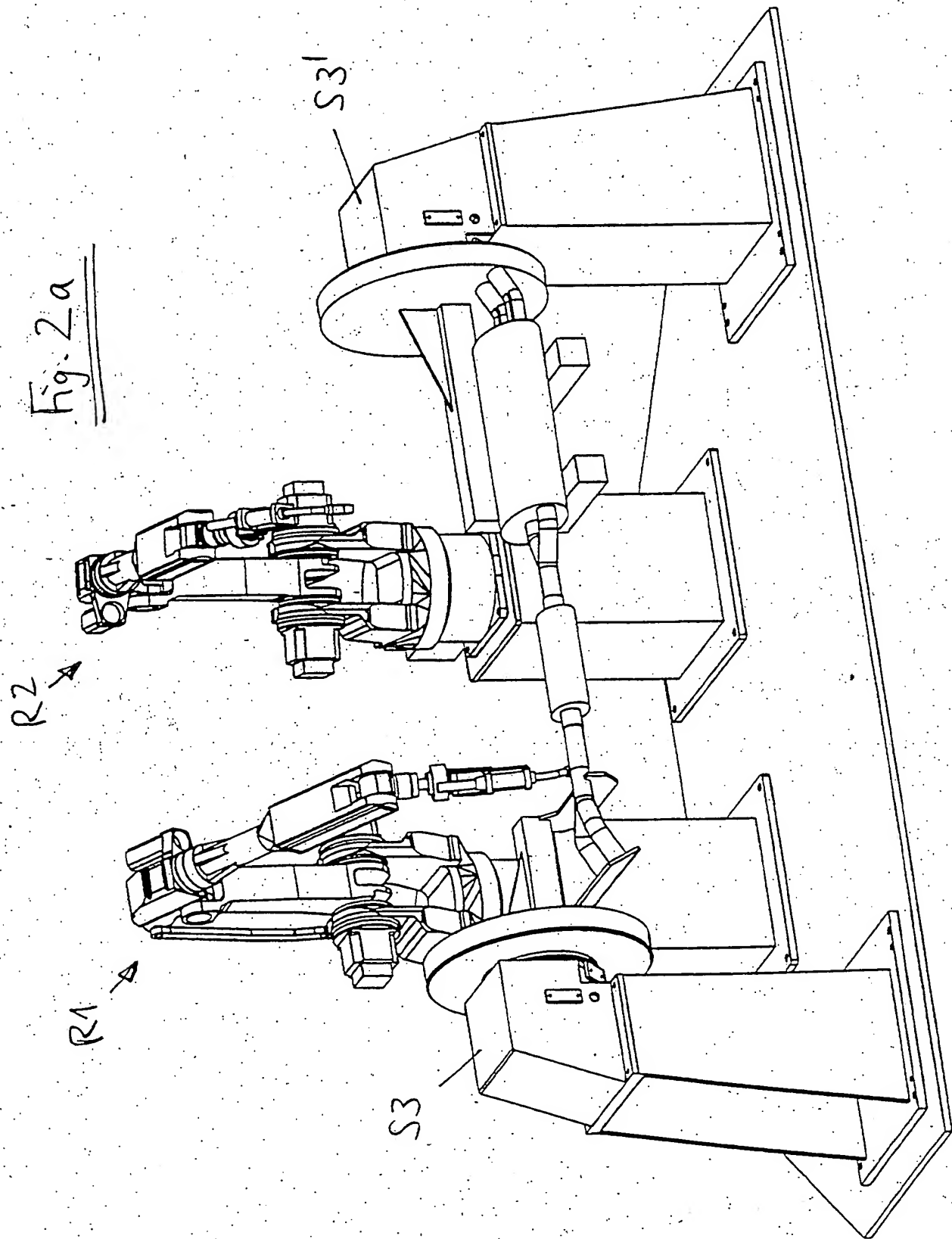


Fig. 2 c

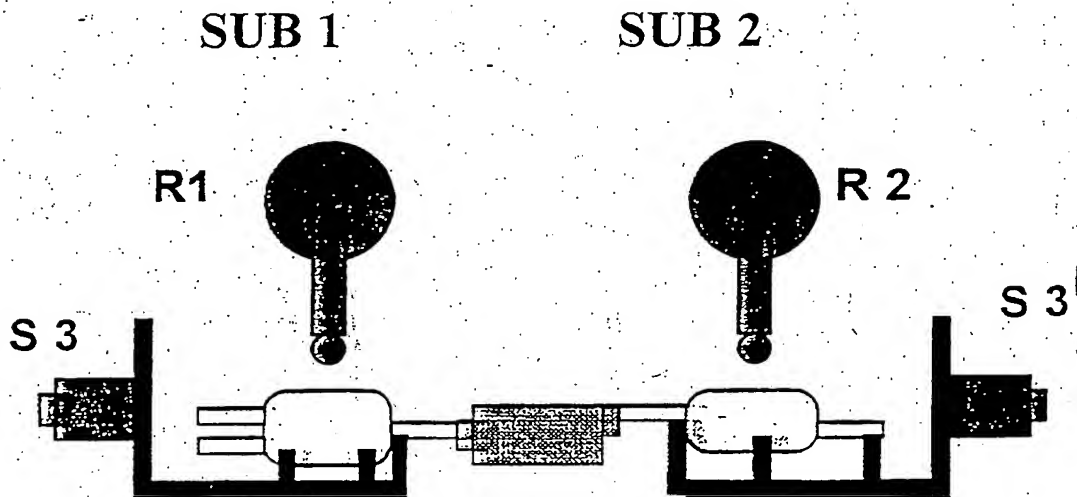
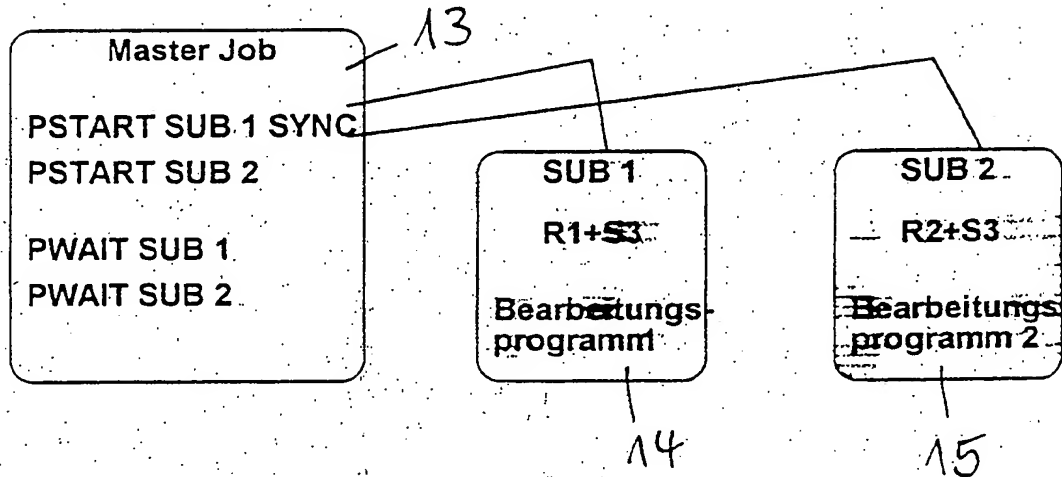


Fig. 2 b

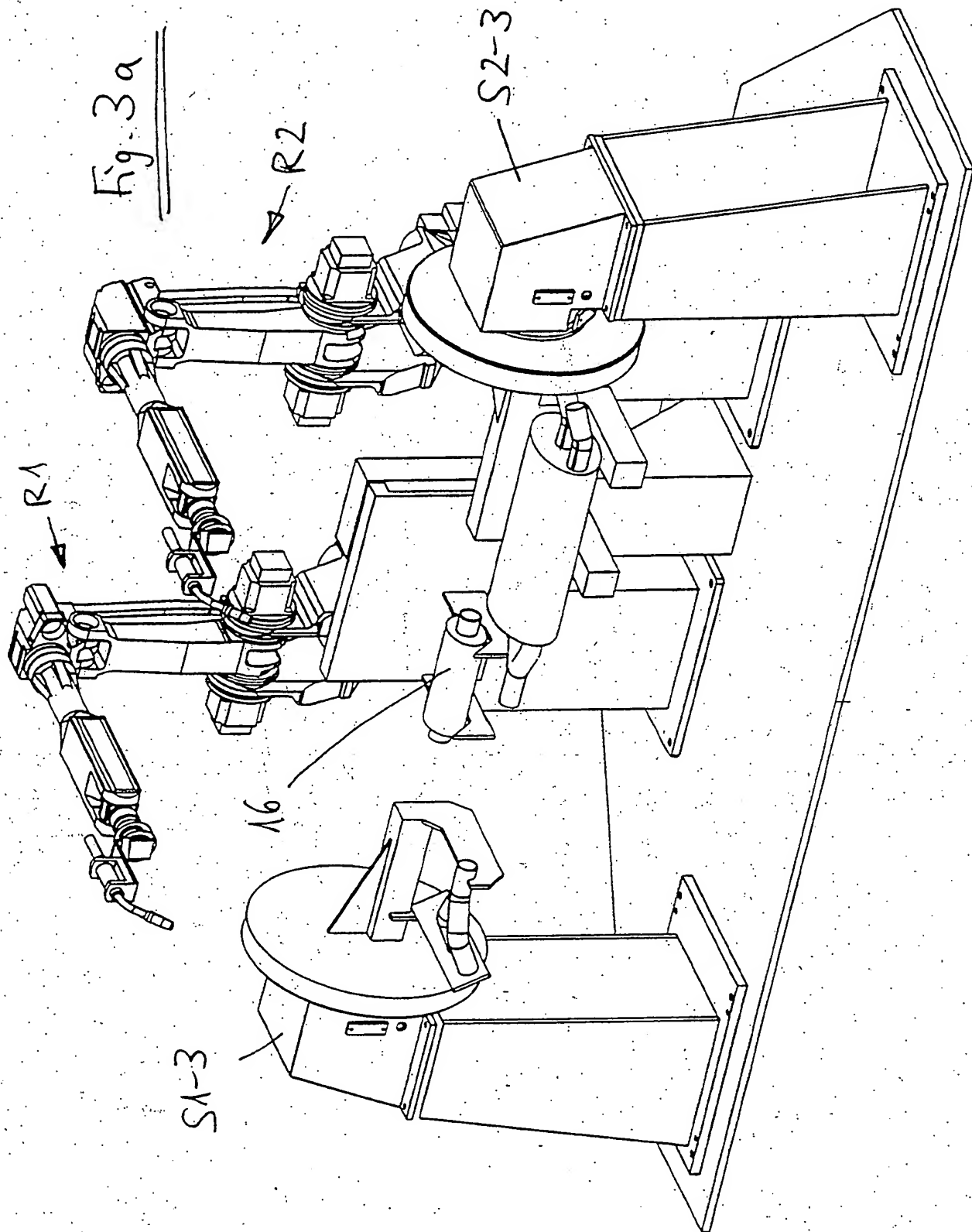


Fig. 3c

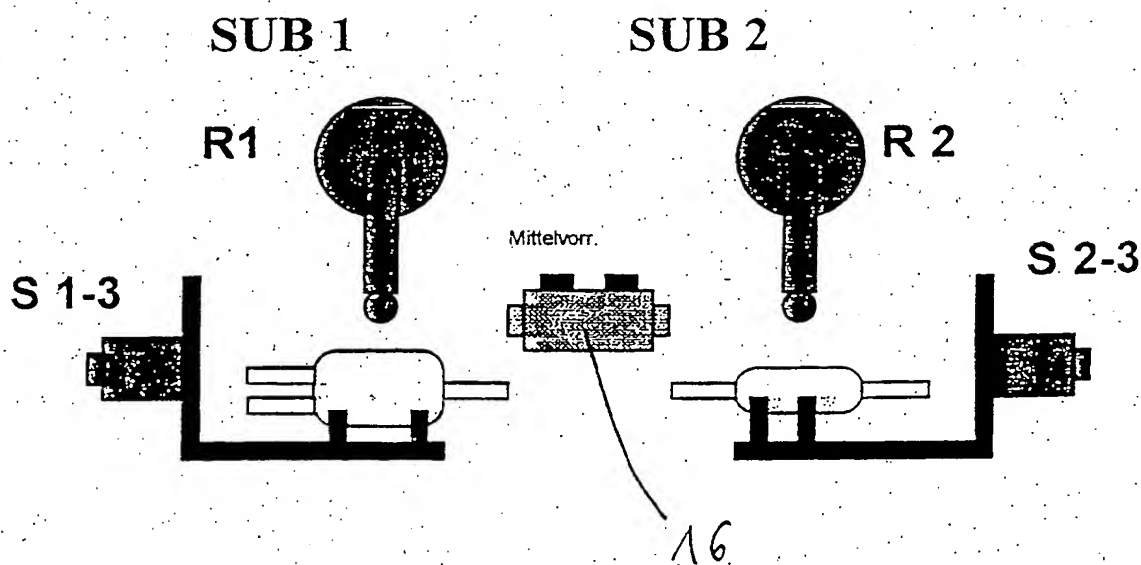
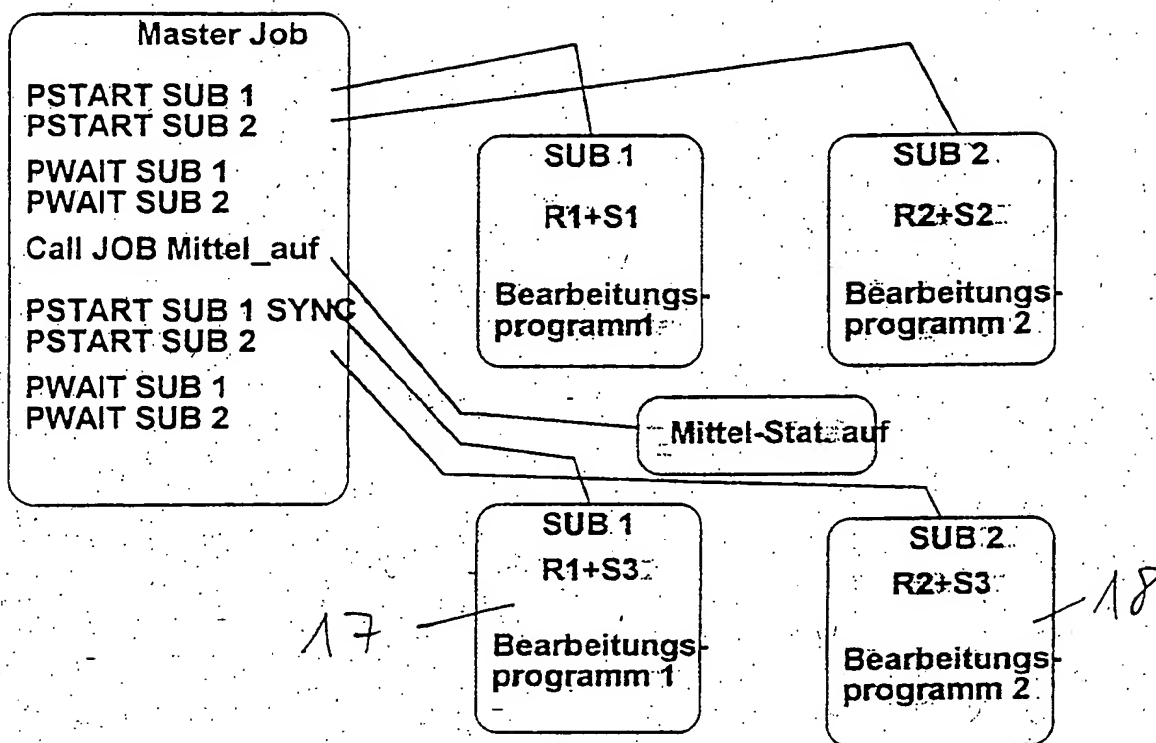


Fig. 3b

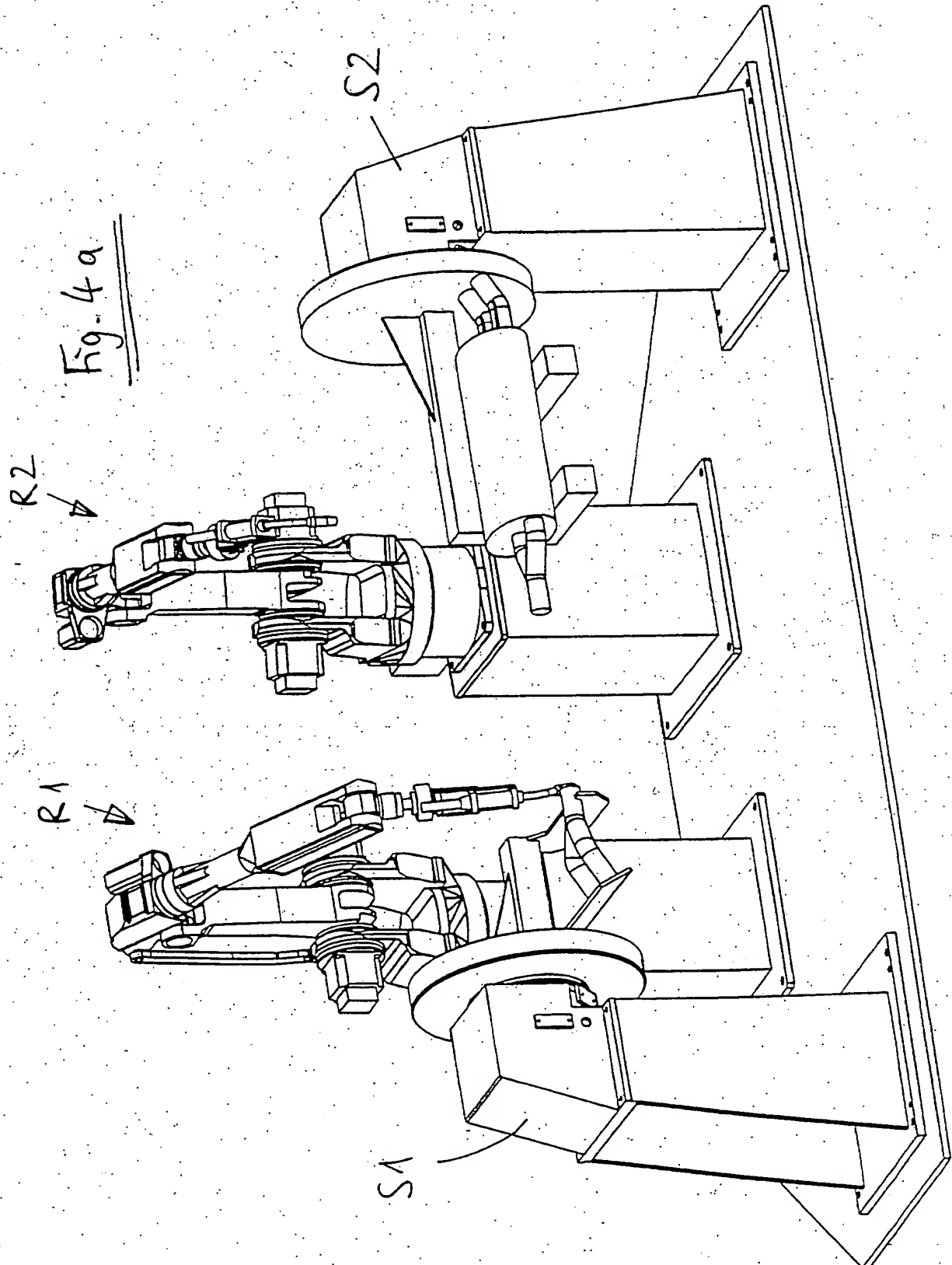
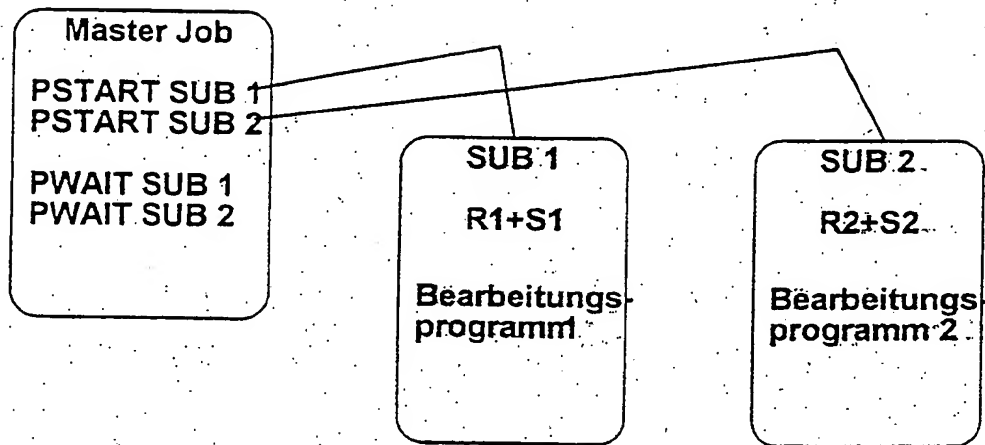


Fig. 4c



SUB 1

SUB 2

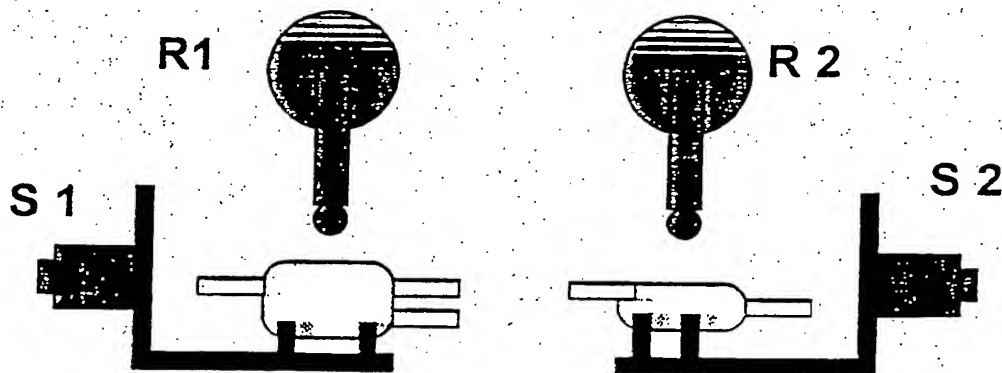


Fig. 4b

